

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

DIALOG(R) File 347:JAPIO  
(c) JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03739113

LENS FOR OPTICAL SCANNING AND OPTICAL SCANNING OPTICAL SYSTEM

PUB. NO.: 04-104213 JP 4104213 A]  
PUBLISHED: April 06, 1992 (19920406)  
INVENTOR(s): ENDO OSAMU  
APPLICANT(s): RICOH CO LTD [000674] (A Japanese Company or Corporation), JP  
(Japan)  
APPL. NO.: 02-223218 [JP 90223218]  
FILED: August 24, 1990 (19900824)  
INTL CLASS: [5] G02B-013/00; G02B-013/18; G02B-026/10  
JAPIO CLASS: 29.2 (PRECISION INSTRUMENTS -- Optical Equipment)  
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS)  
JOURNAL: Section: P, Section No. 1392, Vol. 16, No. 345, Pg. 42, July  
27, 1992 (19920727)

ABSTRACT

PURPOSE: To excellently compensate curvature of field in a main-scanning and a subscanning direction although single-lens constitution is employed by making an object-side surface concave and using a convex toroidal surface as an image-side surface.

CONSTITUTION: The object-side surface in a deflecting surface is represented by an aspherical surface curve which has a radius  $R(\text{sub } 1m)$  of on-axis curvature and a cone constant  $K$ , and the image-side surface has a radius  $R(\text{sub } 2m)$  of curvature. In this surface, the object-side surface has the radius  $R(\text{sub } 1m)$  of curvature and the image-side surface has the radius  $R(\text{sub } 2m)$  of curvature; and the radius of on-axis curvature and radius of curvature satisfy large/small relations  $|R(\text{sub } 1m)| > |R(\text{sub } 1a)|$  and  $|R(\text{sub } 2m)|$ , and  $|R(\text{sub } 1m)| > R(\text{sub } 2a)|$  and  $|R(\text{sub } 1a)| > |R(\text{sub } 2a)|$  when  $R(\text{sub } 1m) < 0$ ,  $R(\text{sub } 1a) < 0$ , and  $R(\text{sub } 2m) < 0$ . Then the object-side surface is a concave surface obtained by rotating the aspherical surface curve which has the radius  $R(\text{sub } 1m)$  of on-axis curvature and the cone constant  $K$  and is in a plane of deflection around an axis which crosses the optical axis in the plane of deflection at right angles and is at a distance  $R(\text{sub } 1m)$  from a light spherical curve on the optical axis. Further, the image-side surface is the convex toroidal surface obtained by rotating an arc which has a radius  $R(\text{sub } 2a)$  and is in an orthogonal plane of deflection around an axis  $J$  which crosses the optical axis in the orthogonal plane of deflection at right angles and is at a distance  $R(\text{sub } 2m)$  from the arc on the optical axis. Consequently, the curvature of field is excellently compensated in the main-scanning and subscanning directions.

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat.  
(c) 1996 European Patent Office. All rts. reserv.

10884759

Basic Patent (No,Kind,Date): JP 4104213 A2 920406 <No. of Patents: 001>

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
JP 4104213	A2	920406	JP 90223218	A	900824 (BASIC)

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 90223218 A 900824

PATENT FAMILY:

JAPAN (JP)

Patent (No,Kind,Date): JP 4104213 A2 920406

LENS FOR OPTICAL SCANNING AND OPTICAL SCANNING OPTICAL SYSTEM (English)

Patent Assignee: RICOH KK

Author (Inventor): ENDO OSAMU

Priority (No,Kind,Date): JP 90223218 A 900824

Applic (No,Kind,Date): JP 90223218 A 900824

IPC: \* G02B-013/00; G02B-013/18; G02B-026/10

JAPIO Reference No: ; 160345P000042

Language of Document: Japanese

## ⑫ 公開特許公報(A)

平4-104213

⑬ Int.Cl.<sup>3</sup>G 02 B 13/00  
13/18  
26/10

識別記号

庁内整理番号

8106-2K  
8106-2K  
E 8507-2K

⑭ 公開 平成4年(1992)4月6日

審査請求 未請求 請求項の数 4 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光走査用レンズ及び光走査光学系

⑯ 特 願 平2-223218

⑰ 出 願 平2(1990)8月24日

⑱ 発 明 者 遠 藤 理 東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式会社リコー内  
 ⑲ 出 願 人 株 式 会 社 リ コ ー 東京都大田区中馬込1丁目3番6号  
 ⑳ 代 理 人 弁 理 士 榎 山 亨 外1名

## 明 記 書

発明の名称

光走査用レンズ及び光走査光学系

特許請求の範囲

1. 光偏向装置の偏向反射面により等角速度的に偏向される集束光束を更に集束させて被走査面上に光スポットとして結像せしめ、上記被走査面を略等速的に光走査させるためのレンズであって、

単レンズとして構成され、

理想的に偏向される集束光束の主光線の掃引により形成される面を偏向面、光軸を通り偏向面に直交する面を偏向直交面とするとき、偏向面内に於ける物体側面の光軸上曲率半径: $R_{10}$ 、像側面の曲率半径: $R_{20}$ 、偏向直交面内に於ける物体側面の曲率半径: $R_{1\infty}$ 、像側面の曲率半径: $R_{2\infty}$ が、

$R_{10} < 0, R_{1\infty} < 0, R_{20} < 0, R_{2\infty} < 0$ で  $|R_{10}| > |R_{1\infty}|, |R_{20}| > |R_{2\infty}|$  且つ  $|R_{10}| > |R_{20}|, |R_{1\infty}| > |R_{2\infty}|$  の大小関係を満足し、

物体側面は、光軸上曲率半径 $R_{10}$ ・円錐定数 $K$ で偏向面内に在る非球面曲線を、偏向面内で光軸に

直交し上記非球面曲線と光軸上で $R_{10}$ 離れた軸の回りに回転して得られる凹面であり、

像側面は、半径 $R_{20}$ で偏向直交面内に在る円弧を偏向直交面内で光軸に直交し、上記円弧から光軸上で $R_{20}$ 離れた軸の回りに回転して得られる凸のトロイダル面であり、

偏向反射面から、この偏向反射面により偏向された集束光束の自然集光点までの距離を $S$ とするとき、

$$(I) \quad -35.0 < R_{10}/K < -13.0$$

$$(II) \quad -7.0 \times 10^4 < S \cdot R_{20} < -2.5 \times 10^4$$

$$(III) \quad 1.3 < R_{10}/R_{20} < 2.1$$

なる条件を満足することを特徴とする光走査用レンズ。

2. 光源装置と、この光源装置からの光束を集束光束化する集束光学系と、この集束光学系による集束光束を等角速度的に偏向させる偏向装置と、この偏向装置により偏向された集束光束をさらに集束させて被走査面上に光スポットとして結像せしめ、上記被走査面を略等速的に光走査させる光

走査用レンズとを有し、

上記光走査用レンズが請求項1の光走査用レンズであることを特徴とする光走査光学系。

3. 請求項2に於いて、

偏向装置がピラミダルミラーであることを特徴とする光走査光学系。

4. 請求項2に於いて、

偏向装置が面割れに就き精度の良い回転多面鏡であることを特徴とする光走査光学系。

発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は光走査用レンズ及び光走査光学系に関する。

〔従来の技術〕

等角速度的に偏向される集束光束を更に集束させて被走査面上に光スポットとして結像せしめ、被走査面を略等速的に光走査させる光走査用レンズが知られている。

〔発明が解決しようとする課題〕

光走査装置では光走査用レンズの像面湾曲が主

・副走査方向に就いて良好に補正されていないと光スポット径が光スポットの像高により変化して良好な光走査を実現出来ない。

上記光走査用レンズは、主・副走査方向の像面湾曲を同時に良好に補正することが困難であり、通常は主走査方向の像面湾曲を良好に補正し、副走査方向の像面湾曲に就いては長尺シリンダーレンズ等で補正することが行われている。このため光走査光学系の光学系要素が多くなり光走査装置の複雑化・高コスト化を招来していた。

本発明は上述した事情に鑑みてなされたものであって、単レンズ構成でありながら主・副走査方向の像面湾曲を良好に補正した新規な光走査用レンズ及びこのレンズを用いる光走査光学系の提供を目的とする。

〔課題を解決するための手段〕

本発明の光走査用レンズは「光偏向装置の偏向反対面により等角速度的に偏向される集束光束を更に集束させて被走査面上に光スポットとして結像せしめ、上記被走査面を略等速的に光走査させ

るためのレンズ」であり、単レンズとして構成される。

理想的に偏向される集束光束の主光線の導引により形成される面を「偏向面」、光軸を通り偏向面に直交する面を「偏向直交面」と称する。

第2図に於いて(A)は本発明の光走査用レンズの偏向面内での形状、即ち偏向面による断面形状を示している。偏向面内に於いて物体側の面は軸上曲率半径 $R_1$ と円錐定数 $K$ を有する非球面曲線である。像側面は曲率半径 $R_2$ を有する。同図(B)は偏向直交面内でのレンズ形状を示している。この面内で物体側面は曲率半径 $R_1$ を持ち、像側面は曲率半径 $R_2$ を持つ。これら軸上曲率半径・曲率半径は

$$R_1 < 0, R_1 < 0, R_2 < 0, R_2 < 0 \text{ 且つ } |R_1| > |R_2|, |R_1| > |R_2| \text{ 且つ } |R_1| > |R_2|, |R_1| > |R_2|$$

の大小関係を満足する。

これから明らかなように、光走査レンズは偏向面内・偏向直交面内とも物体側(第2図左方)に凹面を向けた正のメニスカスレンズとしての機能を

持つ。

物体側面は「光軸上曲率半径 $R_1$ ・円錐定数 $K$ を持ち偏向面内に在る非球面曲線」を「偏向面内で光軸に直交し上記非球面曲線と光軸上で $R_1$ 離れた軸」の回りに回転して得られる凹面である。

上記「非球面曲線」とは、光軸方向の座標を $X$ 、光軸直交方向の座標を $Y$ 、光軸上曲率半径を $R$ 、円錐定数を $K$ 、高次の非球面係数を $A_2, A_4, \dots$  とするとき

$$X = [Y^2 / \{R + \sqrt{R^2 - (1+K)Y^2}\}]$$

$$+ A_2 Y^4 + A_4 Y^6 + \dots \quad (1)$$

で表される曲線である。本発明の光走査用レンズの物体側面は偏向面内上の断面形状が、(1)式の $R$ を $R_1$ として得られる非球面曲線となっている。

像側面は「半径 $R_2$ で偏向直交面内に在る円弧」を「偏向直交面内で光軸に直交し、上記円弧から光軸上で $R_2$ はなれた軸」の回りに回転して得られる凸のトロイダル面である。

偏向反対面から、この偏向反対面により偏向された集束光束の自然集光点までの距離を $S$ とするとき、本発明の光走査用レンズは

- (I)  $-35.0 < R_{10}/K < -13.0$   
 (II)  $-7.0 \times 10^4 < S \cdot R_{10} < -2.5 \times 10^4$   
 (III)  $1.3 < R_{10}/R_{11} < 2.1$

なる条件を満足する。

請求項2の光走査光学系は「光源装置と、光源装置からの光束を集束光束化する集束光学系と、集束光学系による集束光束を等角速度的に偏向させる偏向装置と、偏向装置により偏向された集束光束をさらに集束させて被走査面上に光スポットとして結像せしめ、被走査面を略等速的に光走査させる光走査用レンズと」を有する。

光走査用レンズとしては請求項1の光走査用レンズが使用される。

本発明の光走査用レンズは偏向反射面の所謂「面倒れ」を補正する機能を持たない。そこで光走査装置の偏向装置としては、面倒れを生じない「ピラミダルミラー（回転軸を軸に45度傾けて切断し、切断面を鏡面とした偏向装置）」を用いる（請求項3）か、或は「面倒れに就き精度の良い回転多面鏡」を用いる（請求項4）のが好ましい。

ミダルミラーを用いれば軌跡4は円弧になる。

光走査用レンズ5は入射集束光束を更に集束させて被走査面7上に光スポットとして結像せしめる。集束光束の偏向に伴い光スポットは被走査面6上を略等速的に移動して光走査を行う。

このように光走査用レンズ5は、理想的には、自然集光点0'の軌跡4を虚光源物体位置とし、これと被走査面6とを共役関係に結び付けるように構成される。

さて本発明の光走査用レンズは主走査方向の像面湾曲を良好に補正するために、物体側面に「非球面曲線」を回転して得られる特種な凹面を採用した。この凹面は前述の如く「偏向面上に在り、光軸上の曲率半径が $R_{10}$ で円錐定数 $K$ を有する非球面曲線」を偏向面内で光軸に直交する軸の回りに回転して得られる。この回転軸と物体側面とは光軸上で $R_{10}$ だけ離れている。

この物体側面に就いては $R_{10}$ と $K$ とが、条件(I)を満足する。 $R_{10} < 0$ であるので $K > 0$ である。

条件(I)の下限を越えると主走査方向の像面湾

なお、上に於いて「被走査面を略等速的に光走査させる」とは、本発明による光走査用レンズにより実現される光走査と理想的な等速光走査とのずれが、電氣的に補正可能な程度であることを意味する。

#### 【作 用】

第1図は本発明の光走査光学系の1例を説明図的に示している。即ちこの図は、光源装置Qから被走査面6までを光路に沿って展開し、主走査方向が上下方向に対応するようにして描いた図である。光源装置Qとしては半導体レーザーが想定されている。

光源装置Qからの光束は集束光学系としての集束レンズ2により集束光束に変換され、偏向装置の偏向反射面3により反射され、偏向装置により偏向反射面の向きが回転されることにより偏向される。偏向された集束光束は、光走査用レンズ5に入射するが、もし光走査用レンズ5がなければ自然集光点0'に集光し、偏向に伴い自然集光点0'は円弧に近い軌跡4を描く。偏向装置としてピラ

曲はアンダー側に倒れ、上限を越えるとオーバー側に倒れる。従って条件(I)の範囲が適当である。

像側面には副走査方向の像面湾曲を良好に補正するためにトロイダル面を採用した。

本発明のレンズ面構成では像側面は副走査方向に関して、物体側面で集束傾向を弱められた集束光束に対して強い集束傾向を与える作用を持つ。

即ち、像側面は光スポットの結像位置を光走査用レンズ側へ近づける作用を持つ。一般に偏向角が大きくなるに従い、像側面の副走査方向の曲率が強くなり上記「光スポットの結像位置を光走査用レンズ側へ近づける作用」も強くなり、偏向角大なところでは自然集光点が被走査面に近づくことと相まって大きな負の像面湾曲を副走査方向に発生させ易い。そこで本発明では偏向角の増大に伴う副走査方向の曲率の増大傾向の少ないトロイダル面を像側面に採用した。

像側面に関しては条件(II)が満足される。

条件(II)の下限を越えると副走査方向の像面湾曲がアンダー側に倒れ、上限を越えるとオーバー

側に例れる。従って条件(II)の範囲が適当である。

また条件(III)は非点収差を良好にするための条件である。

条件(III)の下限を超えると副走査方向における光スポット結像位置が光走査用レンズ側へずれる。上限を超えると反対側へずれる。従って条件(III)の範囲を外れると非点収差が大きくなってしまふ。

#### 【実施例】

以下、具体的な実施例を挙げる。

第3図に示すように物体側面の曲率半径を偏向面内(主走査方向に対応)に就き $R_{1s}$ (光軸上曲率半径)、偏向直交面内(副走査方向に対応)に就き $R_{1a}$ 、像側面の曲率半径を偏向面内に就き $R_{2s}$ 、偏向直交面内に就き $R_{2a}$ 、光軸上のレンズ肉厚を $d_1$ 、レンズ材料の屈折率を $n$ 、偏向反射面3と物体側面との光軸上距離を $d_0$ 、像側面と被走査面との光軸上距離を $D$ とする。

また第1図に即して説明したように偏向反射面位置から計って自然集光点 $O'$ までの距離を $S$ とす

#### 実施例3

$S=790.0$   $d_0=30.0$   
 $R_{1s}=-400.0$   $R_{1a}=-72.2$   $d_1=15.0$   $n=1.5721$   
 $R_{2s}=-70.0$   $R_{2a}=-40.0$   $D=124.092$

物体側面の円錐定数:=25.0

#### 条件値

$R_{1s}/K=-16.0$  ,  $S \cdot R_{2s}=-5.5 \times 10^4$  ,  $R_{1s}/R_{2s}=1.81$   
 有効主走査長:216.6, リニアティ:17.8%以下

#### 実施例4

$S=630.0$   $d_0=30.0$   
 $R_{1s}=-320.0$   $R_{1a}=-69.0$   $d_1=15.0$   $n=1.5721$   
 $R_{2s}=-70.0$   $R_{2a}=-40.0$   $D=124.195$

物体側面の円錐定数:=10.0

#### 条件値

$R_{1s}/K=-32.0$  ,  $S \cdot R_{2s}=-4.4 \times 10^4$  ,  $R_{1s}/R_{2s}=1.725$   
 有効主走査長:218.7, リニアティ:20.6%以下

#### 実施例5

$S=790.0$   $d_0=30.0$   
 $R_{1s}=-320.0$   $R_{1a}=-72.2$   $d_1=15.0$   $n=1.5721$   
 $R_{2s}=-68.0$   $R_{2a}=-40.4$   $D=125.892$

る。偏向反射面から光線装置側は与えられた $S$ を実現するように適宜構成できる。なお偏向装置としては各実施例ともピラミダルミラーを想定している。

#### 実施例1

$S=990.0$   $d_0=30.0$   
 $R_{1s}=-400.0$   $R_{1a}=-82.0$   $d_1=15.0$   $n=1.5721$   
 $R_{2s}=-68.0$   $R_{2a}=-42.0$   $D=124.504$

物体側面の円錐定数:=28.0

#### 条件値

$R_{1s}/K=-14.29$  ,  $S \cdot R_{2s}=-6.7 \times 10^4$  ,  $R_{1s}/R_{2s}=1.95$   
 有効主走査長:216.6, リニアティ:17.3%以下

#### 実施例2

$S=390.0$   $d_0=30.0$   
 $R_{1s}=-320.0$   $R_{1a}=-55.2$   $d_1=15.0$   $n=1.5721$   
 $R_{2s}=-82.5$   $R_{2a}=-38.0$   $D=126.041$

物体側面の円錐定数:=11.0

#### 条件値

$R_{1s}/K=-29.09$  ,  $S \cdot R_{2s}=-3.2 \times 10^4$  ,  $R_{1s}/R_{2s}=1.45$   
 有効主走査長:217.7, リニアティ:23.8%以下

物体側面の円錐定数:=13.0

#### 条件値

$R_{1s}/K=-24.6$  ,  $S \cdot R_{2s}=-5.4 \times 10^4$  ,  $R_{1s}/R_{2s}=1.79$   
 有効主走査長:214.0, リニアティ:19.6%以下

第4図乃至第8図にそれぞれ実施例1~5に関する像面湾曲図(破線は主走査方向、実線は副走査方向)を示す。

各実施例とも主・副走査方向の像面湾曲が極めてバランス良く補正されている。またリニアティも良好で、電氣的に十分補正できる範囲内である。なお上記実施例に於いて物体面を規定する非球面曲線で高次の非球面係数は全て0であるが、これら高次の係数を用いた非球面曲線を利用するとより精細に像面湾曲補正を行いうる。

#### 【発明の効果】

以上、本発明に依れば新規な光走査用レンズ及び装置を提供できる。

この光走査用レンズ・光走査光学系は上記の如き構成となっているから、単レンズ構成ながら主・副走査方向の像面湾曲を良好に補正して良好な

光走査を実現できる。

図面の簡単な説明

第1図は本発明の光走査光学系を説明するための図、第2図は本発明の光走査用レンズを説明するための図、第3図は実施例を説明するための図、第4図乃至第8図は各実施例に関する像面湾曲図である。

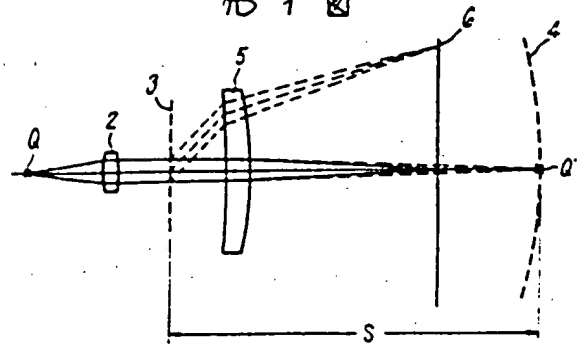
3...偏向反射面、5...光走査用レンズ、6...被走査面、Q...自然集光点

代理人 横山

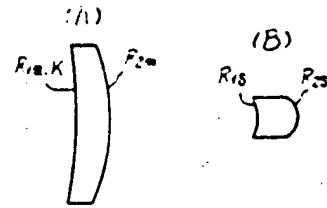
本多 宣 信



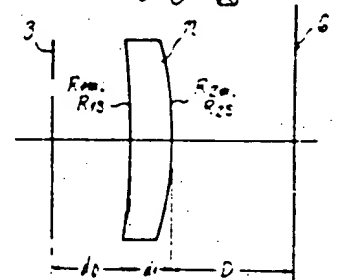
第1図



第2図

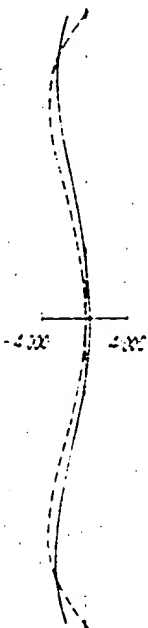


第3図



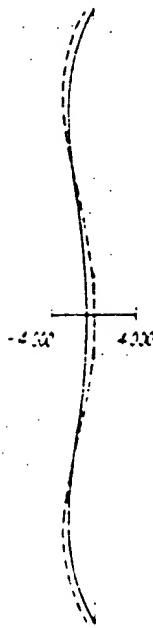
第4図

(実施例1)



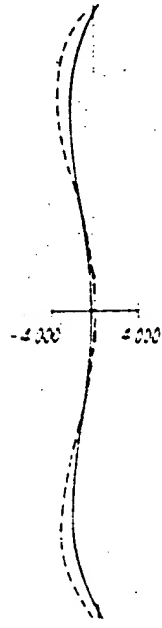
第5図

(実施例2)



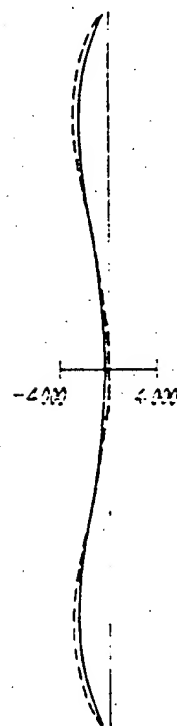
第6図

(実施例3)



第7図

(実施例4)



第8図

(実施例5)

